

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-182476

(P2003-182476A)

(43) 公開日 平成15年7月3日 (2003.7.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
B 6 0 R 16/02	6 6 1	B 6 0 R 16/02	6 6 1 B 2 G 0 6 4
B 6 0 C 23/00		B 6 0 C 23/00	Z 3 D 0 0 1
B 6 0 G 17/00		B 6 0 G 17/00	
// G 0 1 H 1/14		G 0 1 H 1/14	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-390560 (P2001-390560)

(22) 出願日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋 1 丁目10番 1 号

(72) 発明者 横田 英俊

東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会  
社ブリヂストン技術センター内

(72) 発明者 森永 啓詩

東京都小平市小川東町 3-1-1 株式会  
社ブリヂストン技術センター内

(74) 代理人 100080296

弁理士 宮園 純一

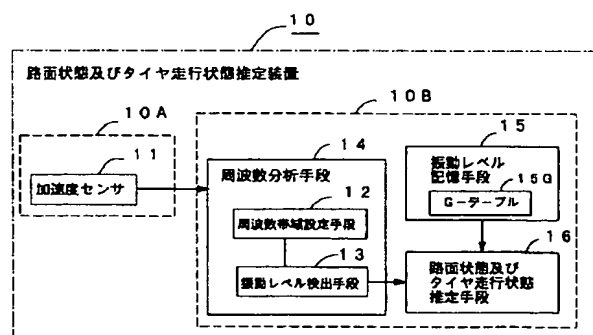
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 路面状態及びタイヤ走行状態推定装置及び車両制御装置

(57) 【要約】

【課題】 制駆動や操舵といった動作が加わらない一定速走行時に、タイヤの接地している路面状態やタイヤの走行状態を精度良く推定して、車両の走行安全性を向上させる。

【解決手段】 ホイールのホイールリムに取付けられた加速度センサ 11 で検出したホイールの振動情報信号を、周波数分析手段 14 で周波数分析し、その振動スペクトルの振動レベルを検出し、路面状態及びタイヤ走行状態推定手段 16 により、この検出された振動レベルと、振動レベル記憶手段 15 に記憶された路面摩擦係数  $\mu$  と振動レベルとの関係を示す G-テーブル 15 G とを比較して、路面摩擦係数  $\mu$  を推定するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行中の車両のタイヤまたはホイールの振動を検出する振動検出手段と、上記検出された振動を周波数分析して得られる上記振動の周波数スペクトルの、少なくとも10～10000Hzの範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルから、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する手段とを備えたことを特徴とする路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項2】 上記振動を、タイヤまたはホイールの幅方向の振動としたことを特徴とする請求項1に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項3】 上記振動を、タイヤまたはホイールの周方向の振動としたことを特徴とする請求項1に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項4】 上記振動検出手段を、タイヤ内に充填された気体の圧力をモニタリングする圧力センサと同一の基板上、または、同一の筐体内に設置したことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項5】 上記振動検出手段または上記振動検出手段を設置する基板を、タイヤまたはホイールに取付けたことを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項6】 車体側から、無線にて、上記振動検出手段を駆動するようにしたことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項7】 タイヤまたはホイール部に信号処理手段を設け、上記振動検出手段で検出された振動情報信号をデジタル変換するとともにこれを圧縮して車体側に送信し、車体側にて上記圧縮信号を受信して復元し、周波数分析するようにしたことを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項8】 タイヤまたはホイール部に信号処理手段を設け、上記振動検出手段で検出された振動情報信号をタイヤまたはホイール部にて周波数分析して走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定し、この推定された走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を表わすデータを車体側に送信するようにしたことを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項9】 上記データの通信を行うためのアンテナ機能を、ホイール部に取付けられているタイヤバルブに持たせたことを特徴とする請求項7または請求項8に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項10】 上記データの通信を行うためのアンテナを、ホイールリム部の周上に設けたことを特徴とする請求項7または請求項8に記載の路面状態及びタイヤ走

行状態推定装置。

【請求項11】 走行中の車両のサスペンション部の振動を検出する振動検出手段と、上記検出された振動を周波数分析して得られる上記振動の周波数スペクトルの、少なくとも10～10000Hzの範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルから、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する手段とを備えたことを特徴とする路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項12】 上記振動検出手段を、ホイールが取付けられているハブと一体化された部位に取付けたことを特徴とする請求項11に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項13】 自動車やホイール、タイヤの種類によって異なる振動情報を初期化するためのリセットボタンを設けたことを特徴とする請求項1～請求項12のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項14】 車両の各輪に荷重測定装置を備え、車両各輪の荷重データに基づいて走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定するようにしたことを特徴とする請求項1～請求項13のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置。

【請求項15】 上記請求項1～請求項14のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置と、上記装置で推定された路面状態及び／または走行中のタイヤの状態に基づいて車両の走行状態を制御する車両制御手段を備えたことを特徴とする車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走行時のタイヤの走行状態及びタイヤが接地している路面の状態を推定するための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車の走行安定性を高めるため、走行時のタイヤの状態やタイヤが接地している路面状態を精度良く推定し、車両制御へフィードバックすることが求められている。ここで、タイヤの状態は、タイヤ内圧、摩耗、故障の予知等であり、路面状態は主に路面とタイヤとの摩擦係数（路面摩擦係数 $\mu$ ）を指す。予めタイヤの走行状態や路面状態を推定することができれば、タイヤが故障を起こす前に車を停めて点検を行ったり、制動や操舵といった危険回避の操作を起こす前に、例えば、ABSブレーキのより高度な制御等が可能になり、安全性が一段と高まることが予想される。また、運転者に走行中の路面状態の危険度を伝えるだけでも、運転者が早めの減速動作を行えるようになり、事故の減少が期待できる。従来、路面摩擦係数を推定する方法としては、車輪の回転速度の変動を表わす物理量であるタイヤのユニフォームティレベルが、路面摩擦係数の大きさによって変化することを利用して路面摩擦係数を推定する方

法（特開2000-55790号公報）や、前輪と車体とを連結するロアアームに加速度計を取付けて、トー角がついているタイヤの横振動を検出し、その振動レベルが路面摩擦係数によって変化することを利用して路面摩擦係数を推定する方法（特開平6-258196号公報）などが提案されている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記タイヤのユニフォミティレベルから路面摩擦係数を推定する方法では、タイヤにフラットスポットが生じてユニフォミティが悪化し、これが回復していく過程では、正確な推定が困難であった。一方、上記トー角がついている前輪の横振動から路面摩擦係数を推定する方法では、タイヤのスリップ角が完全にゼロになった場合や、大きなスリップ角がついた場合などでの測定精度が低いといった問題点があった。また、車輪の上下方向の加速度であるバネ下加速度と、車体の上下方向の加速度であるバネ上加速度間の伝達特性から路面摩擦係数を推定する方法も提案されている（特開平11-94661号公報）。この方法では、路面摩擦係数の推定に操舵力を用いていないため、操舵がほとんど行われない直線路においても路面摩擦係数を推定することができるという利点があるが、バネやダンパー等の緩衝特性の大きな懸架装置を介した2点間の振動の伝達特性から路面摩擦係数を推定しているため、路面の凹凸の影響を受けやすいといった問題点があった。例えば、雪上などの荒れた路面上においては、バネ下の振動が大きくなるため、サスペンションによって振動が吸収されるバネ上の振動と、上記バネ下の振動との振動レベル差が大きくなってしまい、路面摩擦係数を正確に推定することができなかった。

【0004】本発明は、従来の問題点を鑑みてなされたもので、制駆動や操舵といった動作が加わらない一定速走行時に、タイヤの接地している路面状態やタイヤの走行状態を精度良く推定して、車両の走行安全性を向上させることを目的とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、走行中のタイヤの接地挙動や、故障時のタイヤ挙動を詳細に検討した結果、走行中のタイヤの周方向の振動、あるいは、幅方向の振動を周波数分析して得られた上記振動の周波数スペクトル（振動スペクトル）の、1つあるいは複数の周波数帯域での振動レベルが、タイヤが接地している路面の状態やタイヤの故障形態によって特徴的に変化していることを把握した。そこで、このような振動をタイヤ自体の振動、あるいは、上記タイヤから伝播したホイールやサスペンション部の振動として検出することにより、路面状態及びタイヤ走行状態を精度良く推定することができることを見出し本発明に到ったものである。すなわち、請求項1に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、タイヤが接地する路面状態及び走行中のタ

イヤの状態を推定する路面状態及びタイヤ走行状態推定装置であって、走行中の車両のタイヤまたはホイールの振動を検出する振動検出手段と、上記検出された振動を周波数分析して得られる周波数スペクトルの、路面状態やタイヤの走行状態によって、その振動レベルが特徴的に変化する周波数範囲、すなわち、少なくとも10～10000Hzの範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルから、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する手段とを備えたものである。請求項2に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記振動を、タイヤまたはホイールの幅方向の振動としたものである。請求項3に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記振動を、タイヤまたはホイールの周方向の振動としたものである。

【0006】また、請求項4に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記振動検出手段を、タイヤ内に充填された気体の圧力をモニタリングする圧力センサと同一の基板上、または、同一の筐体内に設置したもので、これにより、基板を共有化することができ、装置の小型化と低コスト化を実現することが可能となる。請求項5に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記振動検出手段または上記振動検出手段を設置する基板を、タイヤまたはホイールに取付けたものである。

【0007】請求項6に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、非転動部である車体側から、無線にて、転動部であるタイヤまたはホイールに取付けられた上記振動検出手段を駆動するようにしたもので、これにより、転動部に設けられていた、センサ駆動・検出用電源などのバッテリーを省略することができるので、振動検出部を小型軽量化することが可能となる。

【0008】請求項7に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、タイヤまたはホイール部に信号処理手段を設け、上記振動検出手段で検出された振動情報信号をデジタル変換するとともにこれを圧縮して車体側に送信し、車体側にて上記圧縮信号を受信して復元し、これを周波数分析するようにしたもので、このように、デジタルデータ圧縮技術を応用してデータ量を少なくして送信することにより、連続データ通信が可能となるとともに、振動レベルの検出精度を向上させることが可能となる。また、請求項8に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、送信するデータ量を少なくして連続データ通信を可能とするため、タイヤまたはホイール部に信号処理手段を設置し、上記振動検出手段で検出された振動情報信号をタイヤまたはホイール部にて周波数分析して走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定し、この推定された走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を表わすデータを車体側に送信するようにしたものである。

【0009】請求項9に記載の路面状態及びタイヤ走行

10

20

30

40

50

状態推定装置は、上記データの通信を行うためのアンテナ機能を、ホイール部に取付けられているタイヤバルブに持たせたものである。また、請求項10に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記データの通信を行うためのアンテナを、ホイールリム部の周上に設けたものである。

【0010】請求項11に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、走行中の車両のサスペンション部の振動を検出する振動検出手段と、上記検出された振動を周波数分析して得られる周波数スペクトルの、少なくとも10～10000Hzの範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルから、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する手段とを備え、タイヤからサスペンション部に伝播されたタイヤの振動を検出して、路面状態及びタイヤ走行状態を推定するようにしたものである。請求項12に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、上記サスペンション部の振動を検出する振動検出手段を、ホイールが取付けられているハブと一体化された部位に取付けたものである。

【0011】また、請求項13に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、リセットボタンを設けて、自動車やホイール、タイヤの種類によって異なる振動情報を初期化するようにしたもので、これにより、路面状態及びタイヤ走行状態の推定精度を更に向上させることができる。

【0012】請求項14に記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置は、車両の各輪に荷重測定装置を備え、車両各輪の荷重データに基づいて走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定するようにしたもので、これにより、大型の運搬車などように、車輪に加わる荷重変動が大きな車両であっても、上記各輪の荷重データに応じて路面状態及びタイヤ走行状態を推定することができるので、推定精度の向上を図ることが可能となる。

【0013】また、請求項15に記載の発明は、車両の走行状態を制御する車両制御装置であって、上記請求項1～請求項14のいずれかに記載の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置と、上記装置で推定された路面状態及び／または走行中のタイヤの状態に基づいて、ABSブレーキの油圧制御手段や車輪のロック状態制御手段、あるいは、車両の姿勢制御手段などのような、車両の走行状態を制御する車両制御手段を備えたものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面に基づき説明する。

実施の形態1. 図1は、本実施の形態1に係わる路面状態及びタイヤ走行状態推定装置10の構成を示す機能ブロック図で、本装置10は振動検出部10Aと信号処理部10Bとを備えている。振動検出部10Aは、ホイールに伝播されたタイヤの振動を検出する振動検出手段で

ある加速度センサ11を備えており、信号処理部10Bは、周波数帯域設定手段12と振動レベル検出手段13とを備え、上記加速度センサ11で検出されたホイール振動の振動情報信号を周波数分析して、上記振動の周波数スペクトル（以下、振動スペクトルという）の、路面状態やタイヤの走行状態によってその振動レベルが特徴的に変化する周波数範囲、すなわち、少なくとも10～10000Hzの範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出する周波数分析手段14と、予め求められた路面状態、あるいは、走行中のタイヤの状態と、上記振動スペクトルの所定の周波数帯域での振動レベルとの関係を示すG-テーブル15Gを記憶する振動レベル記憶手段15と、上記周波数分析手段14で検出された振動レベルを上記G-テーブル15Gに対応させて、上記振動レベルから路面摩擦係数 $\mu$ 及び走行中のタイヤの状態を推定する路面状態及びタイヤ走行状態推定手段16とを備え、上記加速度センサ11で検出されたホイールの振動情報信号から、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する。なお、上記G-テーブル15Gは、後述するように、試験車両に加速度センサ11を取付け、上記車両を、所定の速度Vで路面摩擦係数 $\mu$ の異なる路面を走行させたり、例えば、トレッドの一部を剥離させた故障タイヤに相当する試作タイヤを装着した車両を走行させたりして、ホイール1の振動を実測することにより作成される。

【0015】本例では、上記加速度センサ11としてバイモルフ圧電式の表面実装型加速度センサを用い、この加速度センサ11を、図2(a)、(b)に示すように、ホイール1のホイールリム2の、タイヤ側の凹部に取付けられたセンサーボックス17内に収納した。なお、同図において、3はホイール1に取付けられたタイヤバルブである。上記センサーボックス17には、タイヤ内に充填された気体の圧力をモニタリングする圧力センサ18が収納されており、上記加速度センサ11は、圧力検出回路やバッテリー等が搭載された上記圧力センサ18が装着された基板19に装着される。この基板19はセンサ共通基板であり、加速度センサ11の駆動・検出回路も上記基板19に搭載され、上記バッテリーは加速度センサ11及び圧力センサ18の共用電源となる。なお、加速度センサ11または加速度センサ11を設置する基板をホイール1に設置してもよいし、加速度センサ11の駆動・検出回路を搭載した基板を加速度センサ11とは別体に設置してもよいが、装置を小型化する上では、上記のように、加速度センサ11とその基板を、圧力センサ18と同一の筐体（センサーボックス17）内に設置することが好ましく、少なくとも、基板については上記基板19と共有化することが好ましい。

【0016】次に、上記構成の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置10の動作について、路面摩擦係数 $\mu$ の推定値を求める場合を例にとって説明する。まず、加速度

センサ11により走行中のホイール1の振動を検出し、この検出されたホイール1の振動情報信号を周波数分析手段14により周波数分析して所定の周波数帯域の振動レベルを検出する。詳細には、周波数分析手段14の検出する上記振動レベルは、中心周波数が、路面状態やタイヤの走行状態によってその振動レベルが特徴的に変化する周波数範囲、すなわち、少なくとも10～10000Hzの範囲にある、所定の帯域幅を有する周波数帯域の振動レベルであり、例えば、800～3500Hzのような、比較的広い帯域幅を有する1つの周波数帯域の振動レベルでもよいし、800～1000Hz、1600～2000Hz、3000～3500Hzでの振動レベルなどのように、比較的狭い帯域幅を有する複数の周波数帯域での振動レベル（複数個）でもよい。周波数分析手段14では、上記1つあるいは複数の周波数帯域を周波数帯域設定手段12で設定し、振動レベル検出手段13により、その振動レベルを検出する。上記検出された振動レベルは、路面状態及びタイヤ走行状態推定手段16に送られ、路面状態及びタイヤ走行状態推定手段16において、上記検出された振動レベルと、予め振動レベル記憶手段15に記憶されている路面摩擦係数 $\mu$ と振動レベルとの関係を示すG-テーブル15Gと対応させて、路面摩擦係数の推定値（ $\mu$ 推定値）を求めることにより、加速度センサ11により検出されたホイールのタイヤ周方向またはタイヤ幅方向の振動情報信号から、路面摩擦係数 $\mu$ を精度良く推定することができる。

【0017】図3は、タイヤ周方向の振動を検出する加速度センサとタイヤ幅方向の振動を検出する加速度センサの2個の加速度センサを取付けたホイールを備えたタイヤを乗用車に搭載し、通常の乾燥アスファルト路面上を60km/hの一定速度で走行させ、このときのホイールのタイヤ周方向振動とタイヤ幅方向振動とをそれぞれ測定して周波数分析して得られた振動スペクトルである。このグラフの横軸は周波数、縦軸は1Gを0dBとしたときの振動レベルの大きさであり、同図の実線がホイールのタイヤ周方向振動スペクトル、破線がタイヤ幅方向振動スペクトルである。次に、路面摩擦係数 $\mu$ の異なる様々な路面上で、上記と同様の実験を行い、ホイールのタイヤ周方向及びタイヤ幅方向の振動スペクトルを求め、上記乾燥アスファルト路面上を走行して得られた振動スペクトルと比較すると、10～10000Hzの範囲に含まれる複数の周波数帯域において、上記振動レベルが異なっていることが確認された。一般に、路面摩擦係数 $\mu$ が低くなると、タイヤトレッドのすべり（ここでは幅向のすべり）によって複数の周波数帯域の振動レベルが上昇する。

【0018】図4は、予め測定した路面摩擦係数 $\mu$ と、検出したホイールの振動情報信号を用いて推定した路面摩擦係数の推定値（ $\mu$ 推定値）との関係を示すグラフである。この結果から明らかなように、上記 $\mu$ 推定値と実

際の路面摩擦係数 $\mu$ とは良好な相関関係を示している。したがって、加速度センサ11によりホイール1のタイヤ周方向またはタイヤ幅方向の振動を検出し、この振動情報信号と、予め求められた、上記複数の周波数帯域の振動レベルと路面摩擦係数 $\mu$ との関係を示すG-テーブル15Gとを対応させることにより、路面摩擦係数 $\mu$ を精度良く推定することが可能であることが確認された。

【0019】このように、本実施の形態1によれば、ホイールリム2に取付けられた加速度センサ11で検出したホイール1の振動情報信号を、周波数分析手段14で周波数分析してその振動スペクトルの振動レベルを検出し、路面状態及びタイヤ走行状態推定手段16により、この検出された振動レベルと、振動レベル記憶手段15に記憶された路面摩擦係数 $\mu$ と振動レベルとの関係を示すG-テーブル15Gとを比較して、路面摩擦係数 $\mu$ を推定するようにしたので、路面摩擦係数 $\mu$ の値を精度良く推定することができ、車両の安全性を向上させることができる。

【0020】なお、上記実施の形態1では、加速度センサ11を、ホイールリム2のタイヤ側に取付けて、ホイール1に伝播されるタイヤの振動を検出するようにしたが、図5に示すように、加速度センサ11をタイヤ4のトレッド5の内面側5aに取付けて、タイヤ4の振動を直接検出するようにしてもよい。また、上記例では、路面摩擦係数 $\mu$ を推定する場合について説明したが、路面摩擦係数 $\mu$ そのものではなく、通常路面状態（ドライ）、要注意路面状態（ウエット路、雪路、など）、危険路面状態（ハイドロプレーニング状態、圧雪路、ミラーバーンなど）などのような、路面状態を推定するようにしてもよい。また、上記路面摩擦係数 $\mu$ から、走行中のタイヤの状態である滑り易さを推定するようにしてもよい。また、上記振動スペクトルを用いて、タイヤの故障状態を推定することも可能である。具体的には、タイヤトレッドの一部に剥離が生じた場合などには、その部分が路面に接する度に特有の振動が発生するので、上記振動スペクトルの、10～1000Hzの周波数帯域の振動レベルを検出し、正常なタイヤの上記と同じ周波数帯域の振動レベルと比較することにより、タイヤに何らかの異常が生じていることを推定することができる。

【0021】また車両の各輪に荷重測定装置を設置して車両各輪に作用する荷重を検出し、車両各輪の荷重データに基づいて、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態の推定を行うことも可能である。すなわち、大型の運搬車などのように、積み荷の重さにより車輪に加わる荷重が大きく変動する車両においては、荷重による摩擦係数の変化が大きいため、荷重によりタイヤの振動状態が変化する（荷重が大きくなると摩擦係数が減少して滑り易くなる）ので、これを補正するため、路面摩擦係数 $\mu$ と振動レベルとの関係を示すG-テーブル15Gを各荷重毎に作成して記憶しておき、上記荷重測定装置で検出さ

れた車両各輪の荷重データに応じて、路面状態及びタイヤ走行状態を推定するようにすれば、推定精度を更に向上させることができる。

【0022】また、本装置10に、システムを初期化するためのリセットボタンを設け、ある程度の距離を走行してタイヤと路面間の実際の摩擦状態を把握することが好ましい。路面状態を推定するために用いる振動スペクトルとしては、予めインプットされた実車試験の振動スペクトルであっても問題はないが、振動スペクトルは自動車やホイール、タイヤの種類により微妙に異なることから、当該車両をドライ、ウエット、氷雪のいずれかの路面、あるいは、複数の路面で走行させて、その時の振動スペクトルを求め、この求められた振動スペクトルに基づいて路面状態あるいは路面摩擦係数 $\mu$ を推定するようにすれば、推定精度を更に向上させることができる。このとき、乗員がリセットボタンを押し、走行した路面の状態がドライかウエットかあるいは氷雪かをインプットする。なお、装置10内において、予め記憶された路面状態毎の振動スペクトルと上記初期化時に得られた振動スペクトルとを比較して、上記走行した路面の状態がドライかウエットかあるいは氷雪かが自動的にインプットされるようにしてもよい。

【0023】実施の形態2。上記実施の形態1では、ホイール1の振動を検出したが、図6に示すように、加速度センサ11をサスペンション部6に取付け、サスペンション部6に伝播されるタイヤの振動を検出して路面状態及びタイヤ走行状態を推定することも可能である。サスペンション部6には、振動緩衝のため、ゴムブッシュ7等の弾性部材が複数取付けられているので、本例では、上記伝播されたタイヤの振動を効率よく検出するため、加速度センサ11をサスペンションアーム6a、6b上ではなく、ホイール1が取付けられているハブ部8に取付けるようにしている。なお、サスペンション部6には、タイヤ幅方向の振動の方が比較的減衰なく伝播されるので、上記加速度センサ11は、ハブ部8のタイヤ幅方向の振動を検出するように取り付けることが好ましい。

【0024】図7は、加速度センサを乗用車のサスペンション部に装着し、通常の乾燥アスファルト路面上を30km/h～90km/hの範囲内で一定速度で走行させ、このときのサスペンション部の振動を測定して周波数分析して得られた振動スペクトルを示す図で、この振動スペクトルを用いて、上記実施の形態1と同様に、路面摩擦係数 $\mu$ を推定することができる。図8は、予め測定した路面摩擦係数 $\mu$ と、検出したサスペンション部6の振動から推定した $\mu$ 推定値との関係を示すグラフで、この結果から明らかなように、検出された振動レベルから求めた $\mu$ 推定値と実際の路面摩擦係数 $\mu$ とは良好な相関関係を示しており、サスペンション部6の振動からでも路面摩擦係数 $\mu$ を精度良く推定することができること

がわかる。

【0025】実施の形態3。図9は、本発明の路面状態及びタイヤ走行状態推定装置を用いた車両制御装置20の構成を示す図で、本装置20は、加速度センサ11が取付けられた転動側（タイヤまたはホイール側）Aと、非転動側である車体側Bとを無線により接続するように構成したものである。転動側Aには、加速度センサ11と、この加速度センサ11で検出された振動情報信号をデジタル変換して圧縮するデータ処理部21と、この圧縮された信号を車体側Bに無線により送信するとともに、車体側Bから送信される、加速度センサ11及びデータ処理部21を駆動するための無線信号を受信するRF（Radio Frequency）部22とを設ける。また、車体側Bには、上記圧縮された振動情報信号を受信するとともに、転動側Aに上記無線信号を送信する無線送信・受信部（以下、送受信部という）23と、上記受信された振動情報信号を復元して周波数分析し、得られた振動スペクトルから走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定する路面状態及びタイヤ走行状態演算部24と、上記演算部24で推定された路面状態及びタイヤ走行状態に基づいて、ABSブレーキの油圧を制御するABS制御部（車両制御手段）25とを設ける。これにより、信号接続線を設けることなく、タイヤまたはホイール部で検出された振動情報信号を車体側Bにて処理して路面状態及びタイヤ走行状態を推定することができる。また、上記推定された路面状態及びタイヤ走行状態のデータをABS制御部25に送ることにより、路面状態及びタイヤ走行状態に応じてABSブレーキの油圧を制御することができるので、車両の走行状態を安定して制御することができる。また、車体側Bから、無線にて、加速度センサ11及びデータ処理部21を駆動するようにしたので、転動側Aに備えられていたバッテリーを省略することができる。なお、上記路面状態及びタイヤの走行状態演算部24の構成は、上記実施の形態1の図1で示した、路面状態及びタイヤ走行状態推定装置10の信号処理部10Bと同様である。

【0026】また、車体側Bには、タイヤ円周上での電波サービスエリアを極力広くするアンテナ部を設け、転動側A（タイヤまたはホイール側）のRF部22には、送受信部24から上記アンテナ部を介して送信された微弱電波を受信して発生する誘導起電力により稼動するパッシブモード非接触ICチップを備え、加速度センサ11とデータ処理部21を稼動させるとともに、加速度センサ11で検出した振動データをデジタル変換・圧縮して車体側Aに送信する。なお、上記データの送信を行うためのアンテナ機能を、ホイール1に取付けられているタイヤバルブ3（図1参照）に持たせてもよいし、別途、ホイールリム2の周上にアンテナを設けるようにしてもよい。実際に本装置20を用いて転動中のホイール振動を検出し、車体側Bにてその振動スペクトルを測定

し、上記実施の形態 1 の図 3 に示す振動スペクトルと比較したところ、同様の振動スペクトルが得られることが確認された。

【0027】このように、本実施の形態 3 によれば、加速度センサ 11 が取付けられる転動側 A（タイヤまたはホイール側）にデータ処理部 21 を設置し、上記加速度センサ 11 で検出された振動情報信号をデジタル変換・圧縮して車体側 B に送信し、車体側 B に設けられた路面状態及びタイヤの走行状態演算部 24 において、上記受信した上記振動情報信号を復元して周波数分析し、タイヤまたはホイールの振動から走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定するようにしたので、転動側 A と車体側 B との連続データ通信が可能となり、振動の検出精度を向上させることができ、車両の走行状態を安定して制御することができる。また、加速度センサ 11 及びデータ処理部 21 を、車体側 B から、無線にて駆動するようにしたので、バッテリーを省略することができ、振動検出部を小型軽量化することができる。なお、バッテリーを用いてデータ通信を行った場合には、バッテリー寿命が短くなり、交換が必要となるが、本例では、この

ような問題がなく、長期的に安定して路面状態及びタイヤの走行状態を推定することが可能となる。

【0028】また、タイヤまたはホイール部に FFT 処理部を設けて、転動側 A にて振動情報信号を周波数分析して  $\mu$  推定値を求め、これを車体側 B に送信するようにしてもよい。具体的には、図 10 に示すように、転動側 A（タイヤまたはホイール側）に路面状態及びタイヤ走行状態演算部 24 を設け、加速度センサ 11 で検出したタイヤまたはホイールの振動情報信号を周波数分析し、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定し、この推定された走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を表わすデータを RF 部 22 から車体側 B に送信する。車体側 B では、受信したデータを ABS 制御部 25 に送り ABS ブレーキの油圧を制御する。上記のような車両制御装置 20 A を構成することにより、上記実施の形態 3 と同様に、転動側 A と車体側 B との連続データ通信を可能とし、かつ、路面状態及びタイヤ走行状態の推定精度を向上させて、車両の走行状態を安定に制御することができる。実際に、タイヤまたはホイール部において、振動情報信号を周波数分析して、得られた振動スペクトルから  $\mu$  推定値を求め、この  $\mu$  推定値を車体側 B に送信して路面摩擦係数  $\mu$  との対応を調べたところ、上記実施の形態 1 の図 4 と同様な良好な相関関係が見られた。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、振動検出手段により、走行中の車両のタイヤ、ホイール、あるいは、サスペンション部の振動を検出し、これを周波数分析して得られる上記振動の周波数スペクトルの、少なくとも 10～10000 Hz の範囲に含まれる周波数帯域の振動レベルを検出して、上記検出された振動レ

ベルから、走行時の路面状態及びタイヤの走行状態を推定するようにしたので、路面状態及びタイヤ走行状態を精度よく推定することができ、車両の安全性を著しく高めることができる。また、振動検出手段を、タイヤ内に充填された気体の圧力をモニタリングする圧力センサと同一の基板上、または、同一の筐体内に設置するようにしたので、基板が共有でき、装置の小型化と低コスト化を実現することができる。更に、タイヤまたはホイール部に信号処理手段を設け、上記振動検出手段で検出された振動情報信号をデジタル変換するとともにこれを圧縮して車体側に送信し、車体側で受信した上記圧縮された信号を周波数分析するようにしたので、無線による連続データ通信を行うことができ、振動の検出精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係わる路面状態及びタイヤ走行状態推定装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2】 加速度センサの装着箇所を示す図である。

【図 3】 ホイールの振動スペクトルを示す図である。

【図 4】 実際の路面摩擦係数  $\mu$  と本発明による  $\mu$  推定値との相関関係を示す図である。

【図 5】 加速度センサの他の装着箇所を示す図である。

【図 6】 本実施の形態 2 に係わるサスペンション部の振動を検出する方法を示す図である。

【図 7】 サスペンション部の振動スペクトルを示す図である。

【図 8】 実際の路面摩擦係数  $\mu$  とサスペンション部の振動を検出して推定した  $\mu$  推定値との相関関係を示す図である。

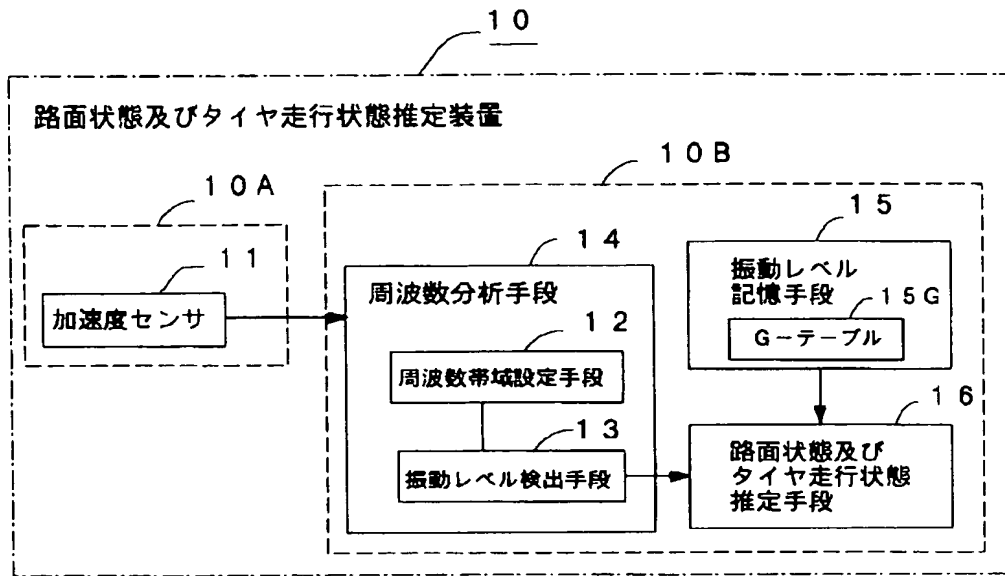
【図 9】 本実施の形態 3 に係る車両制御装置の構成を示す図である。

【図 10】 本発明による車両制御装置の他の構成を示す図である。

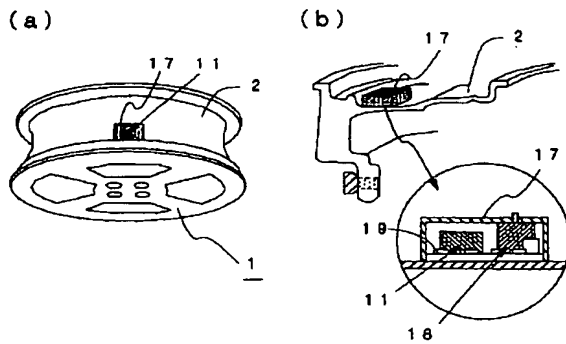
【符号の説明】

1 ホイール、2 ホイールリム、3 タイヤバルブ、4 タイヤ、5 トレッド、5a トレッドの内面側、6 サスペンション部、6a、6b サスペンションアーム、7 ゴムブッシュ、8 ハブ部、10 路面状態及びタイヤ走行状態推定装置、10A 振動検出部、10B 信号処理部、11 加速度センサ、12 周波数帯域設定手段、13 振動レベル検出手段、14 周波数分析手段、15 振動レベル記憶手段、15C G-テーブル、16 路面状態及びタイヤ走行状態推定手段、17 センサーボックス、18 圧力センサ、19 基板、20、20A 車両制御装置、21 データ処理部、22 RF 部、23 無線送信・受信部（送受信部）、24 路面状態及びタイヤ走行状態演算部、25 ABS 制御部（車両制御手段）。

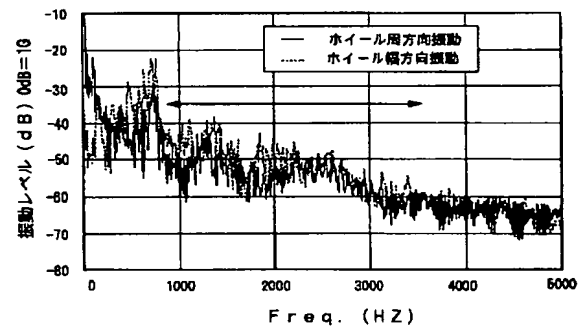
【図1】



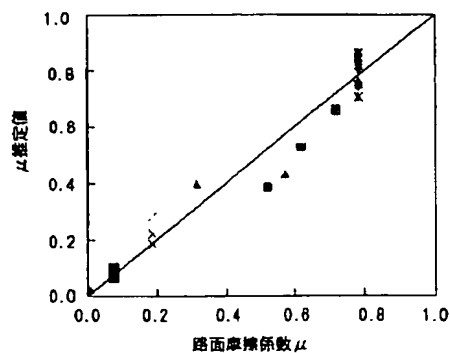
【図2】



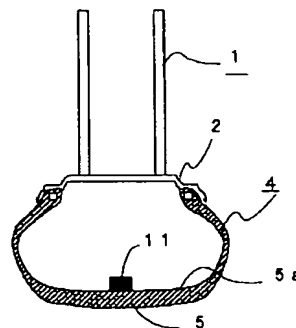
【図3】



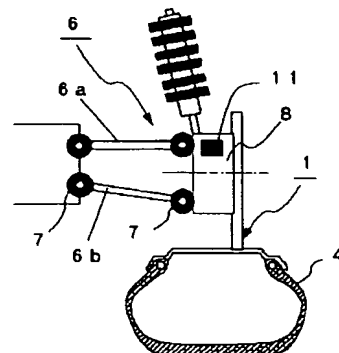
【図4】



【図5】



【図6】

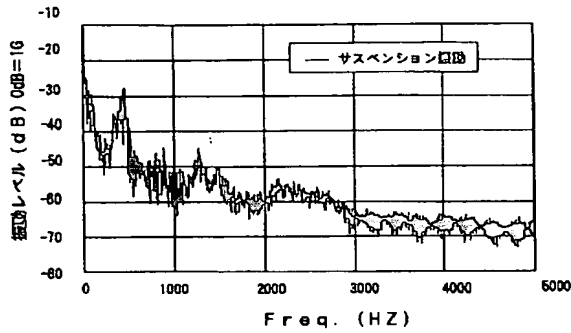




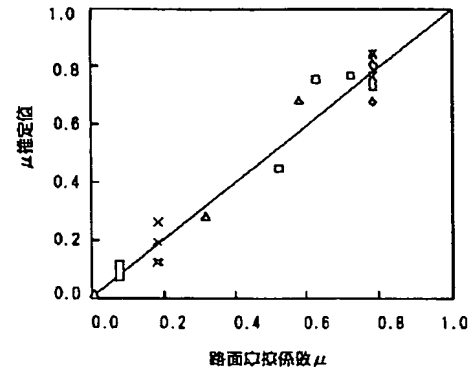
(9)

特開2003-182476

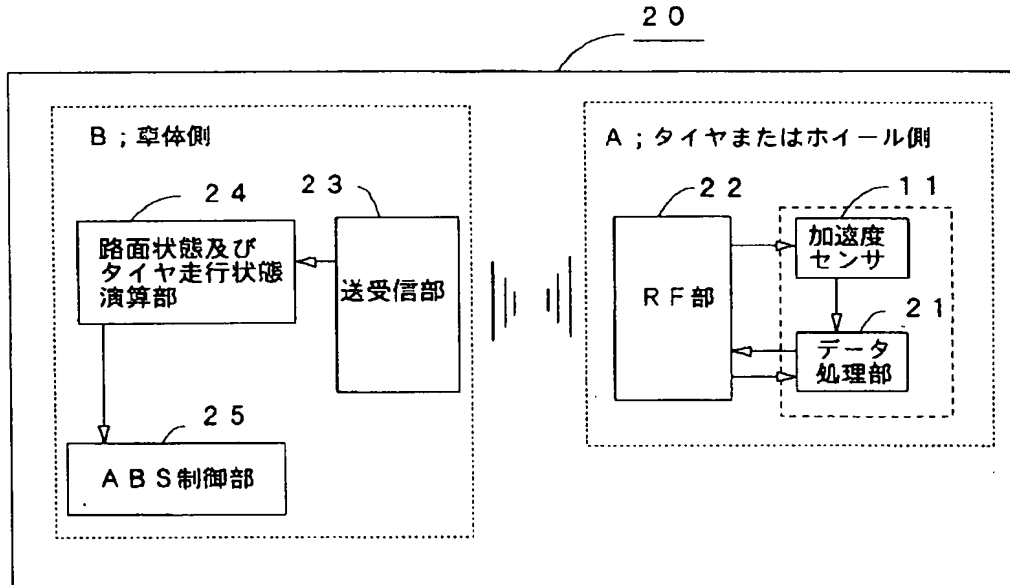
【図7】



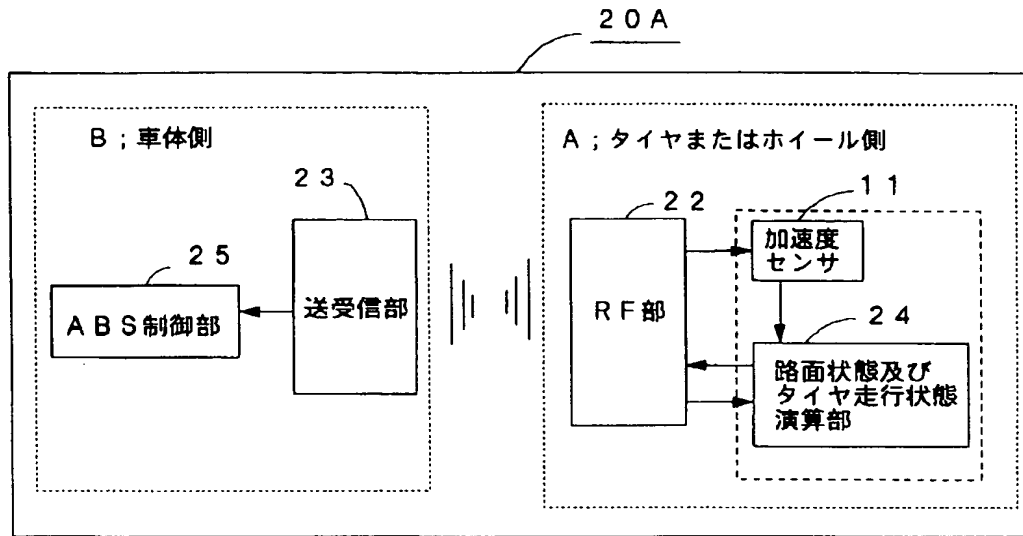
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G064 AA14 AB01 BA02 CC42  
 3D001 AA02 AA18 BA01 DA16 DA17  
 EA03 EA44 EC07 ED02 ED04